

Nghiên cứu phương pháp cứng hoá hạt mụn dừa thay thế cốt liệu cát trong bê tông

Research on the method of hardening coco peat granules to replace sand aggregate in concrete

Nguyễn Minh Triều^{1,*}

¹ Công ty Cổ phần Cấp nước Vĩnh Long.

*Email: trieucnvl@gmail.com

■Nhận bài: 02/07/2024 ■Sửa bài: 30/07/2024 ■Duyệt đăng: 08/09/2024

TÓM TẮT

Hiện nay, sự cạn kiệt các vật liệu sản xuất bê tông, đặc biệt là cát đang trở thành một vấn đề ngày càng nghiêm trọng. Vấn đề thiếu hụt lượng cát tự nhiên để phục vụ các công trình trọng yếu khu vực Đồng bằng sông Cửu Long cũng như phục vụ nhu cầu của các công trình xây dựng trong khu vực là vấn đề cấp bách. Gần đây đã có những nghiên cứu và ứng dụng mụn dừa thay thế cát trong sản xuất bê tông. Tuy nhiên việc sử dụng mụn dừa trực tiếp thay thế cát cũng có một số hạn chế như độ bền của bê tông theo thời gian hay khi tăng hàm lượng mụn dừa sẽ làm giảm cường độ của bê tông. Từ đó, bài báo đi vào nghiên cứu thực nghiệm phương pháp cứng hóa mụn dừa bằng xi măng nhằm tạo ra các hạt có nhân là mụn dừa có kích thước tương đương với hạt cát tự nhiên. Sau khi xi măng đã ninh kết có thể ứng dụng thay thế cát trong chế tạo bê tông.

Từ khóa: Bê tông, cát nhân tạo, cốt liệu, cứng hóa, mụn dừa.

ABSTRACT

Currently, the depletion of raw materials for concrete production, especially sand, is becoming an increasingly serious problem. The problem of shortage of natural sand to serve key projects in the Mekong Delta as well as to serve the needs of construction projects in the region is an urgent problem. Recently there has been research and application of coco peat to replace sand in concrete production. However, using coco peat directly to replace sand also has some limitations such as the durability of concrete over time or increased coco peat content will reduce the strength of concrete. From there, the article goes into experimental research on the method of hardening coco peat with cement to create particles with coco peat cores of the same size as natural sand grains. Once hardened, the granules can be used to replace sand in concrete production.

Keywords: Aggregate, artificial sand, coco peat, concrete, hardener

1. GIỚI THIỆU

Bê tông là vật liệu xây dựng được tạo thành từ sự pha trộn của xi măng, cát, đá và nước hoặc các chất phụ gia khác, được đúc vào các khuôn hoặc trên các bề mặt định hình để tạo ra các sản phẩm xây dựng [1].

Hiện nay, sự cạn kiệt các vật liệu sản xuất bê tông, đặc biệt là cát đang trở thành một vấn đề ngày càng nghiêm trọng. Vấn đề thiếu hụt

lượng cát tự nhiên để phục vụ các công trình trọng yếu khu vực Đồng bằng sông Cửu Long cũng như phục vụ nhu cầu của các công trình xây dựng trong khu vực là vấn đề cấp bách. Chính phủ và các bộ ngành có liên quan đã rà soát, thí điểm khai thác cát biển thay thế cát tự nhiên, tiếp tục rà soát tiêu chuẩn sản phẩm cát nghiền đã có để phù hợp với thực tế [2],

Viện Vật liệu xây dựng đã phối hợp với Tổ chức Quốc tế về Bảo tồn Thiên nhiên tại Việt Nam tổ chức tọa đàm “Thúc đẩy phát triển cát nghiền và tái chế phế thải xây dựng tại các tỉnh phía Nam” [3]...

Đã có nhiều nghiên cứu và ứng dụng công nghệ mới để thay thế hoặc giảm thiểu sử dụng các vật liệu sản xuất bê tông truyền thống bị cạn kiệt. Một số xu hướng phổ biến nhất là: Sử dụng vật liệu thay thế các vật liệu sản xuất bê tông truyền thống bằng các vật liệu khác như bột đá vôi, xỉ luyện gang, tro bay [4], tro nhiệt điện, cát tái chế, vật liệu composite, vật liệu sợi thủy tinh, vật liệu sợi carbon,... Sử dụng lại bê tông cũ để sản xuất bê tông mới giúp giảm thiểu sự cạn kiệt các tài nguyên và giảm thiểu lượng chất thải được đưa vào môi trường [5]. Sử dụng sợi thép, sợi thủy tinh, sợi carbon, sợi polypropylene để tăng độ bền và khả năng chịu lực của bê tông [6]. Sử dụng bê tông vữa bột để giảm lượng vật liệu sử dụng [7]. Sử dụng các loại sợi tự nhiên để sản xuất bê tông thay thế các loại bê tông sợi thép trong các cấu kiện không yêu cầu cao về cường độ [8-13]. Những xu hướng này đang được ứng dụng rộng rãi trên thế giới và ngày càng được quan tâm tại Việt Nam để giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và tài nguyên.

Việt Nam có diện tích trồng dừa trên 188 nghìn ha chiếm 1,67% diện tích thế giới, 2,07% diện tích dừa châu Á. Có thể xem tỉnh Bến Tre là thủ phủ dừa của cả nước với tổng diện tích hơn 78 nghìn ha với hơn 70% người dân tỉnh Bến Tre có nguồn thu nhập từ dừa [14]. Tuy nhiên, trong quá trình phát triển của ngành dừa Việt Nam nếu không chú trọng đến vấn đề xử lý các chất thải trong đó có mụn dừa sẽ làm ảnh hưởng đến môi trường xung quanh [15].

Ngày nay, có rất nhiều công trình sử dụng bê tông nhẹ nhằm làm giảm trọng lượng, cách âm, cách nhiệt, trang trí... việc lựa chọn mụn dừa thay thế cát trong bê tông có thể vừa là một loại vật liệu mới thay thế cát, vừa làm giảm trọng lượng của bê tông và cũng vừa bảo vệ môi trường.

Trước khi sử dụng, hạt mụn dừa được cứng hóa bằng cách lăn hạt mụn dừa qua xi măng tạo nên các hạt có kích thước tương

đương với hạt cát trong tự nhiên. Việc làm cứng hóa mụn dừa góp phần vừa tạo ra nguồn vật liệu xây dựng mới thay thế cát và vừa thân thiện môi trường.

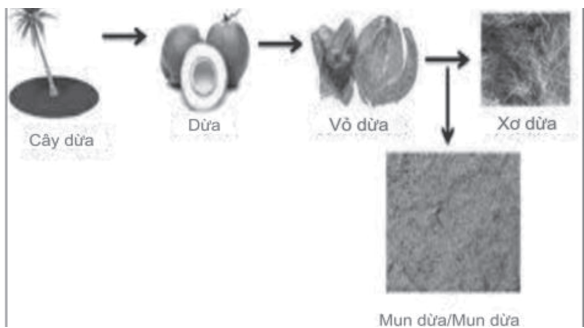
2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Trữ lượng và đặt tính của mụn dừa:

Dừa được trồng nhiều ở vùng nhiệt đới, thường được trồng dọc theo bờ biển và các đảo trên 90 quốc gia, với hơn 11 triệu ha tập trung nhiều nhất ở khu vực châu Á - Thái Bình Dương. Các quốc gia có diện tích trồng dừa lớn trên thế giới là Indonesia (3,8 triệu ha), Philippines (3,56 triệu ha), Ấn Độ (1,9 triệu ha), Sri Lanka (395 ngàn ha), Thái Lan (247 ngàn ha), Việt Nam (144,8 ngàn ha). Chỉ tính riêng các quốc gia Indonesia, Philippines, Ấn Độ đã có diện tích trồng hơn 1 triệu ha, chiếm trên 80% sản lượng dừa của thế giới nhưng Indonesia và Philippines là hai quốc gia có năng suất dừa khá thấp, trong khi đó các nước khác như Ấn Độ, Sri Lanka, và Việt Nam có năng suất khá cao. Các sản phẩm được tạo ra có nguồn gốc từ cây dừa rất đa dạng và phong phú, các quốc gia thành viên của Hiệp Hội Dừa châu Á Thái Bình Dương (APCC - The Asian and Pacific Coconut Community) đã sản xuất được hơn 70 chủng loại sản phẩm từ dừa trong đó có xơ dừa.[16]

Ở Việt Nam, Bến Tre được xem là nơi có diện tích trồng dừa nhiều nhất cả nước. Theo Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bến Tre, đến cuối năm 2022, tổng diện tích dừa của tỉnh hơn 78.000 ha ngoài các sản phẩm khác làm từ dừa, chỉ xơ dừa là một trong những mặt hàng xuất khẩu chủ lực của tỉnh. Năm 2019, tỉnh Bến Tre xuất khẩu gần 49.000 tấn, năm 2020 gần 45.000 tấn. Như vậy, mỗi năm chỉ tính riêng Bến Tre hàng năm sản xuất hơn 100.000 tấn mụn dừa đây chỉ là số liệu thống kê thông qua kênh xuất khẩu ngoài ra còn một số lượng rất lớn thông qua kênh tiêu thụ nội địa.

Trung bình vỏ 1 quả dừa có 30% chỉ xơ dừa và 70% hạt mụn dừa. Hạt mụn dừa có kích thước từ 0,01 đến 0,46 mm, tỷ trọng từ 1,15 – 1,46 g/cm³, đặc tính nổi trội nhất của mụn dừa là độ hút nước rất cao [17-18].



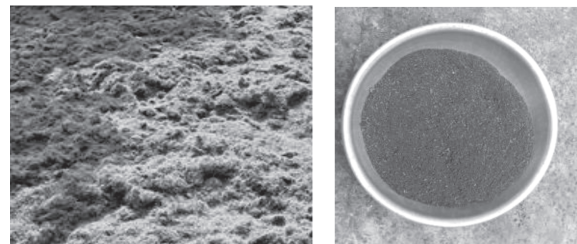
Hình 1. Xơ dừa và mụn dừa [19]

2.2. Nguyên liệu

2.2.1. Mụn dừa

Mụn dừa sử dụng cho nghiên cứu được mua tại cửa hàng cung cấp xơ dừa. Có thể mua xơ dừa tại hầu hết các cửa hàng cung cấp trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long.

Sau đó xơ dừa được phơi 01 ngày nắng để chế tạo mụn dừa. Mụn dừa là sản phẩm đã được loại bỏ các sợi xơ dừa chỉ còn lại các hạt lọt qua lỗ sàng 2 mm.



(a) Xơ dừa (b) Mụn dừa

Hình 2. Xơ dừa và mụn dừa (nguồn: tác giả)

2.2.2. Xi Măng

Trong nghiên cứu này, xi măng được sử dụng là xi măng Poóc lăng hỗn hợp Hà Tiên-Kiên Lương PCB 40.

Bảng 1: Các thông số kỹ thuật của xi măng [20]

TT	Tên chỉ tiêu	Giá trị
1	Cường độ nén 28 ngày	MPa 47,3
2	Thời gian bắt đầu đông kết	min 175
3	Khối lượng riêng	g/cm ³ 2,98
4	Hàm lượng cặn không tan	% 20,0

2.2.3. Nước

Nghiên cứu sử dụng nước sinh hoạt thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 4560:2012.

2.3. Dụng cụ

- Cân có giá trị chia độ 20gram, phạm vi đo từ 0-5kg.
- Bình xịt nước phun sương.
- Sàng có kích thước mắt sàng 2,5mm và 1,5mm.

2.4. Các bước thực hiện cứng hóa mụn dừa

Bước 1: Xơ dừa sau khi phơi 1 ngày nắng, tách mụn dừa qua sàng 2,5mm.

Bước 2: Cân 100 gram mụn dừa, làm ướt mụn dừa bằng 100 ml nước.

Bước 3: Cân 100 gram xi măng, trộn đều với mụn dừa đã làm ướt ở bước 2.

Bước 4: Sau 15 phút, sàng hỗn hợp mụn dừa và xi măng, thành phẩm là những hạt còn sót lại trên sàng 1,5mm và lọt qua sàng có mắt sàng 2,5mm.

Bước 5: Những hạt lọt qua sàng 1,5 tiếp tục được làm ướt bằng cách phun sương nước đều trên bề mặt các hạt sau đó tiếp tục trộn đều với 60gram xi măng và lặp lại như bước 4 cho đến khi các hạt mụn dừa được tạo thành thỏa điều kiện là những hạt còn sót lại trên sàng 1,5mm và lọt qua sàng có mắt sàng 2mm.

Bước 6: Sau 24 giờ các hạt mụn dừa đông cứng hoàn toàn. Tiến hành sàng lấy thành phẩm, thành phẩm cuối cùng là những hạt còn sót lại trên sàng 1,5mm và lọt qua sàng có mắt sàng 2,5mm.



Hình 3. Thành phẩm mụn dừa đã cứng hóa bằng xi măng (nguồn: tác giả)

2.5. Kết quả nghiên cứu

Sau khi lặp lại 150 lần các bước thực hiện cứng hóa mụn dừa, tác giả đã thu được 120 kg hạt mụn dừa đã được cứng hóa bằng xi măng, đảm bảo điều kiện các hạt còn sót lại trên sàng

1,5mm và lọt qua sàng có mắt sàng 2,5mm với các thông số như sau:

- Lượng nước tối ưu để hoàn thành cứng hóa hoàn toàn 100gram mụn dừa là 400ml.
- Lượng xi măng tối ưu để hoàn thành cứng hóa hoàn toàn 100gram mụn dừa là 500 gram.
- Với 100gram mụn dừa, 400ml nước và 500gram xi măng thu được từ 760 – 800 gram thành phẩm.

2.6. Ứng dụng mụn dừa trong thiết kế kết

cấu bê tông cốt thép (BTCT)

2.6.1. Mẫu thí nghiệm

Tại phòng thí nghiệm trường Đại học Xây dựng Miền Tây, đúc 2 cầu kiện đầm BTCT.

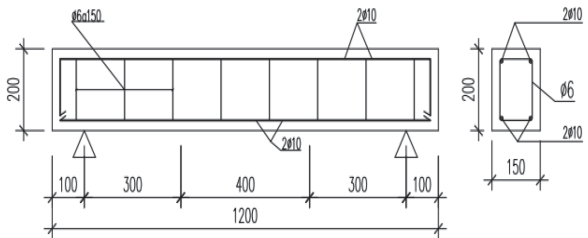
Bê tông sử dụng trong thí nghiệm gồm các thành phần sau: xi măng Hà Tiên Kiên Lương PCB 40, cát tự nhiên, đá 1x2(cm) và mụn dừa đã cứng hóa bằng xi măng. Cấp độ bền bê tông thiết kế là B15, sử dụng cốt thép của tập đoàn VAS D10 Grade 40. Các thông số thiết kế các cầu kiện được nêu trong bảng 2.

Bảng 2: Chi tiết thông số thiết kế các cầu kiện

TT	Tên cầu kiện	Kích thước (mm)	Cấp phối bê tông	Bố trí cốt thép	Thành phần bê tông
1	Dầm D1	150x200x1200	B15	4 Φ 10, đai Φ6a150	Bê tông thông thường
2	Dầm D2	150x200x1200	B15	4 Φ 10, đai Φ6a150	Bê tông sử dụng 20% mụn dừa thay thế cát

Thành phần bê tông

TT	Tên cầu kiện	Xi măng (kg)	Đá 1x2 (kg)	Cát (kg)	Mụn dừa đã cứng hóa bằng xi măng (kg)	Nước (lít)
1	Dầm D1	18.51	62.84	31.42	0.00	10.54
2	Dầm D2	18.51	62.84	25.14	6.28	10.54



Hình 4. Bố trí thép dầm D1,D2 (nguồn: tác giả)

2.6.2. Hệ gia tải và thiết bị đo

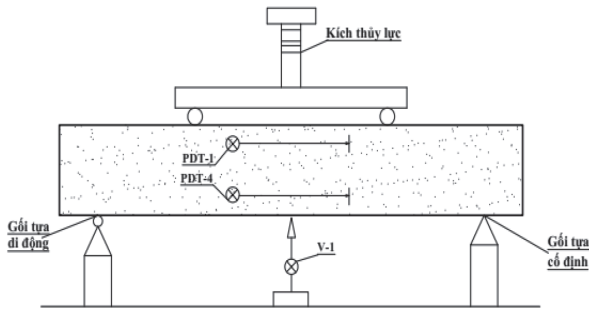
Thiết bị đo chuyển vị đứng cầu kiện là đồng hồ so Mitutoyo sản xuất tại Nhật Bản với độ chính xác 1/100mm. Vị trí đo được bố trí tại điểm gia tải ở giữa nhịp dầm. Thiết bị đo biến dạng là các đồng hồ so Mitutoyo và được xác định bằng công thức:

$$\varepsilon_b = \frac{\Delta L}{L}$$

Trong đó:

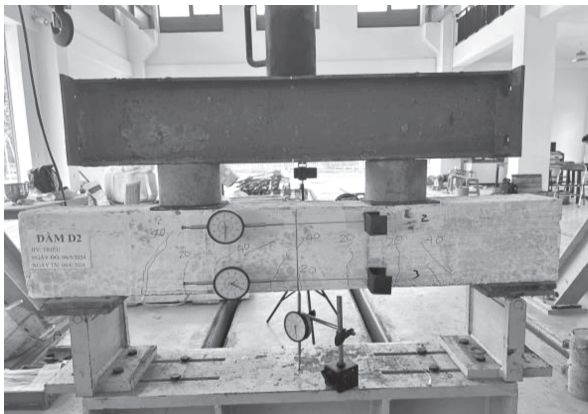
ΔL : là chuyển vị đo được theo chuyển vị kế 1/100mm.

L: là khoảng cách đo 300 mm.

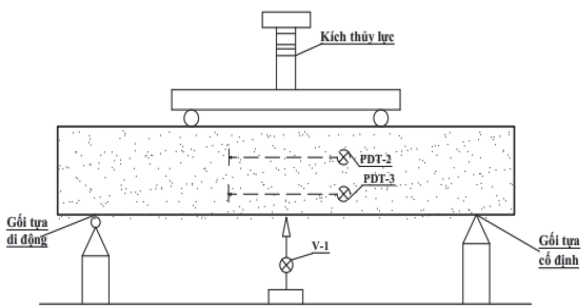


Hình 5. Mô hình bố trí thí nghiệm và dụng cụ đo mặt trước dầm BTCT (nguồn: tác giả)

Thiết bị gia tải bằng kịch thủy lực Enerpac 50T. Kịch thủy lực và các đồng hồ đo sử dụng cho thí nghiệm đều được kiểm định và còn hạn theo quy định. Giá trị mỗi cấp tải sẽ được tăng dần theo khả năng làm việc của cầu kiện thí nghiệm. Sau mỗi cấp tải, sẽ giữ tải từ 2 đến 3 phút nhằm tạo sự ổn định và đọc các kết quả lần lượt chuyển vị, biến dạng vùng kéo, biến dạng vùng nén, sự xuất hiện và bề rộng vết nứt.



Hình 6. Bố trí thí nghiệm và dụng cụ đo mặt sau dầm BTCT (nguồn: tác giả)



Hình 7. Mô hình bố trí thí nghiệm và dụng cụ đo mặt sau dầm BTCT (nguồn: tác giả)

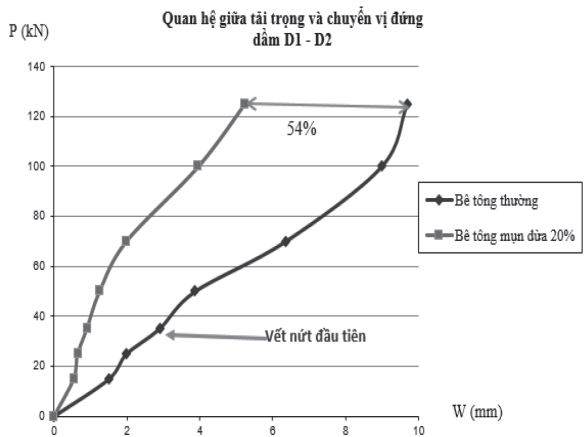
2.6.3. Tiến hành thí nghiệm

Để đánh giá, so sánh khả năng chịu lực của từng cấu kiện, tiến hành thí nghiệm cấu kiện dầm BTCT D1 và D2 với bê tông ở 28 ngày tuổi bằng cách gia tải bằng kích thủy lực tập trung tại 2 điểm cho đến khi dầm bị phá hoại hoàn toàn. Trước khi tiến hành thí nghiệm, các cấu kiện dầm BTCT được quét một lớp vôi màu trắng để dễ dàng quan sát sự hình thành và phát triển vết nứt trên dầm cũng như xác định chiều dài và bề rộng vết nứt trên bề mặt dầm. Sau khi bố trí thí nghiệm và dụng cụ đo như hình 6, tiến hành gia tải cấu kiện bằng kích thủy lực 50T làm việc với bơm điện có đồng hồ dầu đo áp lực từ 0 đến 10000Psi tương đương 700 Bar (500kN). Theo tính toán khả năng chịu lực của cấu kiện dầm BTCT, các cấp tải được thực hiện lần lượt là 300, 500, 700, 1000, 1400, 2000 và 2500 Psi. Ở mỗi cấp tải tiến hành đọc các số liệu đồng hồ tương ứng: chuyển vị (V-1), biến dạng vùng nén (PDT-1 và PDT-2), biến dạng vùng kéo (PDT-3 và PDT-4), quan sát sự hình thành vết nứt, đo chiều dài và bề rộng vết nứt.

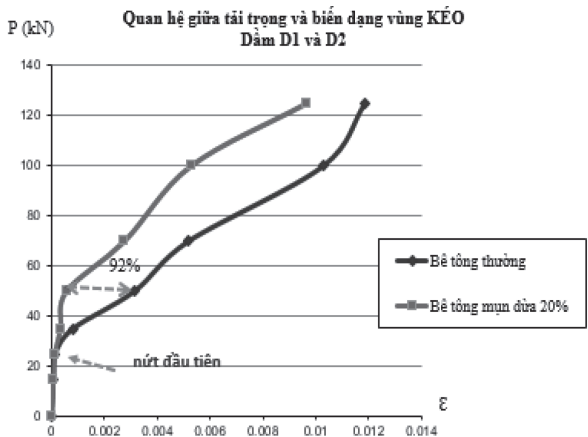
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thí nghiệm

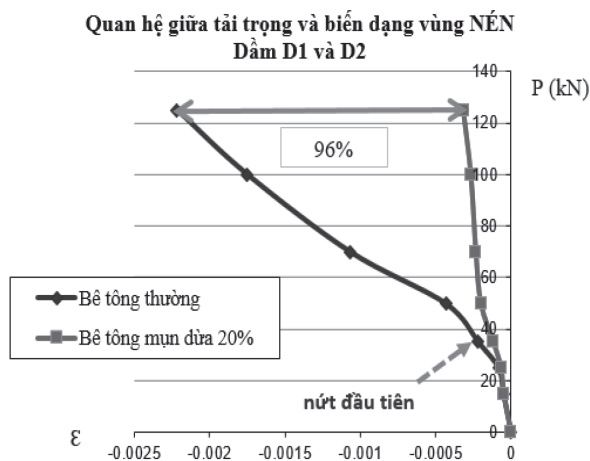
Các kết quả thí nghiệm nhìn chung phù hợp với số liệu dự kiến, sau khi gia tải chuyển vị giữa nhịp dầm xuất hiện, các đồng hồ đo biến dạng cũng hoạt động đồng bộ, biến dạng vùng kéo nhiều hơn so với vùng nén. Vết nứt đầu tiên xuất hiện tại giữa nhịp dầm khi tải trọng đạt 700Psi tương đương 35kN. Tiếp tục gia tải lần lượt các cấp tải đến 2000Psi tương đương 100kN, đồng hồ đo chuyển vị giữa nhịp dầm và các đồng hồ đo biến dạng càng tăng. Đến khi gia tải lớn hơn 2000Psi dầm BTCT bị phá hoại hoàn toàn, mất khả năng chịu lực (nứt, vỡ), các đồng hồ đo tăng, giảm mất kiểm soát, thí nghiệm kết thúc. Kết quả thí nghiệm được thu thập và xử lý bằng Microsoft office Excel.



Hình 8. Quan hệ tải trọng và chuyển vị của dầm BTCT D1, D2 (nguồn: tác giả)



Hình 9. Quan hệ tải trọng và biến dạng vùng kéo của dầm BTCT D1, D2 (nguồn: tác giả)



Hình 10. Quan hệ tải trọng và biến dạng vùng nén của đầm BTCT D1, D2 (nguồn: tác giả)

3.2. Thảo luận

Từ các kết quả thí nghiệm cho thấy:

- Nghiên cứu đã tạo ra hạt mịn dừa bằng phương pháp cứng hóa có thể sử dụng thay thế cát trong sản xuất bê tông.

- Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng làm việc của mịn dừa là rất tốt thể hiện qua các biểu đồ: quan hệ tải trọng và chuyển vị hình 8, quan hệ tải trọng và biến dạng hình 9, hình 10.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày các bước thực hiện cứng hóa mịn dừa bằng xi măng.

Qua kết quả thí nghiệm có thể thấy, mịn dừa sau khi cứng hóa bằng xi măng có thể thay thế 20% lượng cát trong chế tạo cấu kiện đầm BTCT 15x20x120 cm sử dụng cấp phối bê tông B15.

Ở cùng một cấp tải, đầm BTCT có sử dụng 20% mịn dừa thay thế cát (đầm D2) chuyển vị giữa nhịp đầm ít hơn đầm BTCT sử dụng bê tông thông thường (đầm D1) với giá trị lớn nhất là 54%. Biến dạng vùng nén của đầm D2 ít hơn đầm D1 với giá trị lớn nhất 96% và Biến dạng vùng kéo của đầm D2 ít hơn đầm D1 với giá trị lớn nhất 92%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bộ Khoa học và Công nghệ, TCVN 3118: 2022 Bê tông – phương pháp xác định cường độ chịu nén, 2022.

[2] Báo Điện tử Chính phủ, “Đã có cơ chế khuyến khích sử dụng vật liệu thay thế cát tự nhiên,” 2023. [Trực tuyến]. Địa chỉ: <https://baohinhphu.vn/da-co-co-che-khuyen-khich-su-dung-vat-lieu-thay-the-cat-tu-nhien-102221229145659446.htm>. [Truy cập 15/01/2024].

[3] Hội vật liệu xây dựng Việt Nam, “Thúc đẩy phát triển cát nghiền và tái chế phế thải xây dựng tại các tỉnh phía Nam,” 2023. [Trực tuyến]. Địa chỉ: <http://hoivlxdvn.org.vn/news/thuc-day-phat-trien-cat-nghien-va-tai-che-phe-thai-xay-dung-tai-cac-tinh-phia-nam-498012.html>. [Truy cập 15/01/2023].

[4] N.T. B. Thủy, H. T. Sơn, P. Q. Thịnh và N. N. Uyên, “Sử dụng tro bay uớt có hàm lượng mất khi nung cao để thay thế cát trong vữa,” *Tạp chí Khoa học*, tập 17, số 2, tr 103-111, 2022. DOI: 10.46223/HCMCOUJS.

[5] N.T. Hưng, N. S. Hùng, V. H. Thạch và L. P. T. Khương, “Ứng xử của đầm bê tông cốt thép tái chế có sử dụng phụ gia tro bay được gia cường bằng CFRP,” *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng*, tập 13, số 01, tr 77-81, 2023.

[6] L.P. Ly, “Nghiên cứu chế tạo bê tông nhẹ kết cấu sử dụng cốt liệu Polystyrene,” Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Viện Khoa học Công nghệ xây dựng, Hà Nội, 2019.

[7] L.A. Tuấn, N. N. Thụy, và N. T. Khoa, “Nghiên cứu chế tạo bê tông nhẹ geopolymere trên cơ sở tro bay, xi nhiệt điện và chất tạo khí H_2O_2 ,” *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng*, số 4, tr 6-12, 2021.

[8] V. H. Yên và V. T. Bách, “Nghiên cứu tận dụng phế phẩm nông nghiệp làm vật liệu xây dựng,” Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Bách khoa TP. HCM, 2010.

[9] N.T. B. Huyền, “Nghiên cứu sản xuất vật liệu xanh từ phế liệu nhựa và phế phẩm nông nghiệp,” *Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm*, số 01, tr. 1-5, 2013.

[10] Đ.T. Khê và L. T. Nhung, “Ứng dụng xơ dừa và trấu vào công nghệ sản xuất tấm vách ngăn tường không nung,” *Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm*, số 05, tr. 121-126, 2015.

[11] T.Q. Vũ, “Nghiên cứu ảnh hưởng của sợi xơ dừa đến cường độ của bê tông,” Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Đà Nẵng, Đà Nẵng, 2019.

- [12] Đ.T. Ân, “*Nghiên cứu sử dụng xi măng bền Sun-phát và cát sông Cổ Chiên trong cấp phối để sản xuất bê tông cho công trình bị xâm nhập mặn tỉnh Trà Vinh*,” Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Đà Nẵng, Đà Nẵng, 2019.
- [13] N.T. Anh và L. N. P. Trường, “Nghiên cứu tính chất cơ lý của bê tông sợi tự nhiên khu vực đồng bằng sông Cửu Long,” *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng*, số 2, tr. 35-42, 2021.
- [14] N. Thy. “*Đề phát triển bền vững ngành dừa Việt Nam*.” 2023. [Trực tuyến]. Địa chỉ: <http://baochinhphu.vn/de-phat-trien-ben-vung-nganh-dua-viet-nam-102230629144528655.htm>. [Truy cập 15/01/2023].
- [15] N.T. T. Trúc và T. V. Tuấn, “Ảnh hưởng của phát triển ngành dừa đến môi trường tự nhiên ở tỉnh Bến Tre: Hiện trạng và giải pháp,” *Tạp chí Khoa học ĐHSP TPHCM*, số 6, tr. 177-187, 2016.
- [16] M. Anas, M. Khan, H. Bilal, H. Jadoon and M. N. Khan “Fiber Reinforced Concrete: A Review,” *In Engineering Proceedings*, Vol. 22, Issue 1, <https://doi.org/10.3390/engproc2022022003>, 2022.
- [17] G. Ramakrishna, and S. Thirumalai, “Impact strength of a few natural fibre reinforced cement mortar slabs: A comparative study,” *Cement and Concrete Composites*, No 27, pp 547-553, 2005.
- [18] V. Trung, “Phát triển ngành dừa.” 2014. [Trực tuyến]. Địa chỉ: <http://www.cesti.gov.vn/images/cesti/files/STINFO/Nam2014/So10>. [Truy cập 17/ 04/2024].
- [19] P. Lê, “Xuất khẩu xơ dừa của Việt Nam tăng 272%.” 2022. [Trực tuyến]. Địa chỉ: <https://toquoc.vn/xuat-khau-xo-dua-cua-viet-nam-tang-272-20220822101536735.htm>. [Truy cập 17/ 04/2024].
- [20] VICEM Hà Tiên, “Xi măng Vicem Hà Tiên Công nghiệp PCB40.” 2020. [Trực tuyến]. Địa chỉ: <https://www.vicemhatien.com.vn/xi-mang-roi/xi-mang-vicem-ha-tien-cong-nghiep-pcb40>. [Truy cập 27/06/2024].